

【研究ノート】

クロノイド部材をもつ連続桁およびラーメンの立体解析

Three-Dimensional Analysis of Continuous Girders and Frames with Clothoidal Members

山崎 徳也\*・太田 俊昭\*\*・彦坂 熙\*\*\*  
By Tokuya Yamasaki, Toshiaki Ohta and Hiroshi Hikosaka

1. 緒 言

道路の平面線形要素は従来直線と円弧とに限られていたが、近年クロノイドが第3の主要線形要素として脚光を浴びるようになり、わが国でもすでにクロノイド曲線橋の施工例が報告されている。本研究は、かかるクロノイド部材に対する平面<sup>1)</sup>(軸面内に荷重が作用する場合)ならびに立体(軸面に垂直に荷重が作用する場合)たわみ角式を誘導したもので、クロノイド部材をもつ連続桁や立体 ラーメンなどの厳密理論解を可能ならしめるものである。

クロノイドはフレネル(Fresnel)の積分になり、演算が相当面倒であるので、実用に便ならしめるため誘導たわみ角式の諸係数および荷重項すべて電子計算機を用いて数表ならびに図表化し活用をはかったが、本文では紙面の都合上、その一部を要約して示すにとどめる。

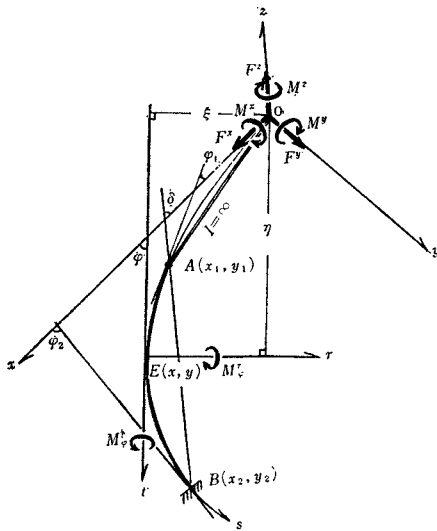
なおクロノイドの定義および数学的特性などについては文献2)を参照されたい。

2. たわみ角式の誘導

たわみ角式の誘導には、さきに著者らが円弧部材の立体たわみ角式で用いた手法<sup>3)</sup>をそのまま踏襲するが、不静定力の作用点のみは、演算の簡易化のため弾性重心の代りに固定座標(x, y)の原点を選ぶこととする。ここに取り扱うクロノイド部材は等断面とし、曲げおよびねじりモーメントの影響に加えて、軸力ならびにせん断力の影響もすべて考慮する。

任意の接線角φ<sub>1</sub>, φ<sub>2</sub>に対応する2点A, Bを両材端とする

図-1



クロノイド部材 AB が直交座標(x, y, z)のx-y平面上にあるものとし、静定基本系としてA端自由、B端固定の片持ばりを採用する(図-1参照)。まず原点OとAを剛桿(I=∞)で結び、O点に加えた不静定量M<sup>x</sup>, M<sup>y</sup>, M<sup>z</sup>, F<sup>x</sup>, F<sup>y</sup>, F<sup>z</sup>と荷重とによって生ずる部材のひずみエネルギーを求め、Castiglianoの定理を用いて同点の変形成分を算定する。ついで別に両端弾性支持の部材ABを考え、幾何学的条件より両材端とO点の変形成分の関係式を求めれば、不静定量が両材端の変形成分で一般表示できる。しかるに両材端の端モーメントは容易に不静定量で表わすことができ、上記結果を代入すれば、ただちに両材端の端モーメントと変形成分の関係式、すなわちたわみ角式が誘導され結局次式となる。

立体たわみ角式:

$$\left. \begin{aligned} M_{AB}^r &= EK_c(\alpha_A^r \theta_A^r + \beta_A^r \theta_B^r + \gamma_A^r \theta_A^t \\ &\quad + \delta_A^r \theta_B^t + \epsilon_A^r R) + C_{AB}^r \\ M_{BA}^r &= EK_c(\beta_B^r \theta_A^r + \alpha_B^r \theta_B^r + \delta_B^r \theta_A^t \\ &\quad + \gamma_B^r \theta_B^t + \epsilon_B^r R) + C_{BA}^r \\ M_{AB}^t &= EK_c(\gamma_A^t \theta_A^r + \delta_A^t \theta_B^r + \alpha_A^t \theta_A^t \\ &\quad + \beta_A^t \theta_B^t + \epsilon_A^t R) + C_{AB}^t \\ M_{BA}^t &= EK_c(\delta_B^t \theta_A^t + \gamma_B^t \theta_B^t + \beta_B^t \theta_A^t \\ &\quad + \alpha_B^t \theta_B^t + \epsilon_B^t R) + C_{BA}^t \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

平面たわみ角式:

$$\left. \begin{aligned} M_{AB}^z &= EK_z(\alpha_A^z \theta_A^z + \beta_A^z \theta_B^z + \gamma_A^z R^z \\ &\quad + \delta_A^z \Delta l / A_0) + C_{AB}^z \\ M_{BA}^z &= EK_z(\beta_B^z \theta_A^z + \alpha_B^z \theta_B^z + \gamma_B^z R^z \\ &\quad + \delta_B^z \Delta l / A_0) + C_{BA}^z \\ H &= EK_z(\alpha_C^z \theta_A^z + \beta_C^z \theta_B^z + \gamma_C^z R^z \\ &\quad + \gamma_C^z \Delta l / A_0) / A_0 + H \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、K<sub>c</sub> = I<sub>c</sub>/S<sub>0</sub>, K<sub>z</sub> = I<sub>z</sub>/S<sub>0</sub>, S<sub>0</sub> = S<sub>2</sub> - S<sub>1</sub> (部材長)  
A<sub>0</sub>: クロノイドのパラメーター<sup>2)</sup>

3. 係数および荷重項の数値計算

式(1)および式(2)のたわみ角式の係数および荷重項の算定は文献2)にならって単位クロノイド部材を対象に行ない、単に長さの要素のみをA<sub>0</sub>倍(A<sub>0</sub>はクロノイドのパラメーター)することによって実用に供しようとした。なお、ねじりモーメント、軸力およびせん断力の影響をそれぞれつぎの4個の無次元量により導入した。

ねじりモーメント: κ = EI<sub>r</sub>/GJ, 軸力: ν = S<sub>0</sub>/r<sub>0</sub>

x軸方向のせん断力: μ<sub>1</sub> = k<sub>1</sub>EI<sub>r</sub>/GAS<sub>0</sub><sup>2</sup>

r軸方向のせん断力: μ<sub>2</sub> = k<sub>2</sub>EI<sub>r</sub>/GAS<sub>0</sub><sup>2</sup>

ここに、EI<sub>r</sub>, EI<sub>z</sub>: r, z軸に関する曲げ剛性

GJ: ねじり剛性, G: せん断弾性係数

S<sub>0</sub>: 部材長, A: 断面積

k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>: 断面形状による定数

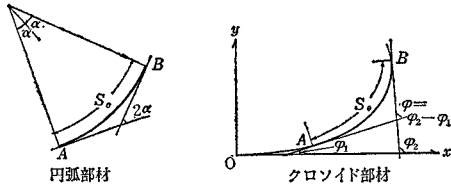
r<sub>0</sub> = √I<sub>r</sub>/A: 断面2次半径

クロノイド部材を規定するには始点Oから両材端A, Bまでの曲線長S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>を与えればよく、これらS<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>の各種の組み合わせに対して係数および荷重項を算定した。

図-2のごとく、部材長S<sub>0</sub>, 中心角2αの円弧部材と同じ部

\* 正会員 工博 九州大学教授 工学部土木工学教室  
\*\* 学生員 工修 九州大学大学院 工学研究科 博士課程 在学  
\*\*\* 正会員 九州大学助手 工学部土木工学教室

図-2



材長のクロノイド部材とを比較すれば、両材端における接線の交角は円弧部材では  $2\alpha$ 、クロノイド部材では  $\phi = \phi_2 - \phi_1$  となる。いまかかろクロノイド部材を  $\phi = 2\alpha$  なる円弧部材で近似した場合、両者のたわみ角式係数と荷重項を比較すれば以下のとおりである。クロノイド部材は  $\phi = 0.5$  ラジアン ( $S_1 = 0, S_2 = 1.0$ ) と  $\phi = 0.7$  ラジアン ( $S_1 = 0.2, S_2 = 1.2$ ) の2種をとり、立体たわみ角式の諸係数を円弧部材のそれと対照して表-1に掲げた。表-1より、各係数はつぎの3グループに分けられることがわかる。

- (i) 円弧、クロノイド両部材の係数値がほぼ等しいもの.....  $\beta^r, \beta^f$
- (ii) 両材端AとBの係数値がクロノイド部材では形状上の非対称性より一致しないが、円弧部材では対称性より一致し、しかもクロノイド部材の両係数のほぼ中間値となるもの.....  $\alpha^r, \alpha^f, \gamma^r, \gamma^f$
- (iii) 円弧、クロノイド両部材の係数値がまったく異なるもの.....  $\delta^r, \delta^f$

これらの中で、(ii)の  $\alpha^r$  のみは円弧、クロノイド両部材間の差異が小さく、また  $\alpha^r$  に劣らず曲げモーメントに大なる影響をもつ  $\beta^r$  が(i)に属するところから、結局曲げモーメントについては、クロノイド部材を円弧部材で近似してもかなりの精度を期待できることが予想される。しかし  $\alpha^f, \gamma^r, \gamma^f, \delta^r$  および  $\delta^f$  がいずれも円弧、クロノイド両部材間で大きな差異をもつ

表-1

部材	$\phi = 2\alpha = 0.5$			$\phi = 2\alpha = 0.7$		
	円弧	クロノイド		円弧	クロノイド	
$\alpha_A^r = \alpha_B^r$		$\alpha_A^f$	$\alpha_B^f$	$\alpha_A^f = \alpha_B^f$	$\alpha_A^f$	$\alpha_B^f$
1	3.901	3.977	3.783	3.809	3.922	3.657
2	3.870	3.963	3.711	3.752	3.891	3.553
3	3.840	3.952	3.645	3.697	3.863	3.459
$\alpha_A^f = \alpha_B^f$		$\alpha_A^r$	$\alpha_B^r$	$\alpha_A^r = \alpha_B^r$	$\alpha_A^r$	$\alpha_B^r$
1	1.089	1.021	1.181	1.158	1.066	1.285
2	0.586	0.524	0.681	0.653	0.568	0.778
3	0.413	0.358	0.511	0.482	0.400	0.601
$\beta_A^r = \beta_B^r$		$\beta_A^f = \beta_B^f$		$\beta_A^f = \beta_B^f$	$\beta_A^f = \beta_B^f$	
1	2.024	2.001		2.044	2.021	
2	2.030	2.004		2.055	2.029	
3	2.036	2.005		2.063	2.033	
$\beta_A^f = \beta_B^f$		$\beta_A^r = \beta_B^r$		$\beta_A^r = \beta_B^r$	$\beta_A^r = \beta_B^r$	
1	-0.960	-0.939		-0.923	-0.902	
2	-0.461	-0.444		-0.427	-0.411	
3	-0.295	-0.280		-0.264	-0.250	
$\gamma_A^r = \gamma_A^f = -\gamma_B^r = -\gamma_B^f$		$\gamma_A^r = \gamma_A^f$	$\gamma_B^r = \gamma_B^f$	$\gamma_A^r = \gamma_A^f = -\gamma_B^r = -\gamma_B^f$	$\gamma_A^r = \gamma_A^f$	$\gamma_B^r = \gamma_B^f$
1	-0.488	-0.248	0.711	-0.666	-0.440	0.870
2	-0.482	-0.205	0.735	-0.651	-0.393	0.879
3	-0.476	-0.191	0.732	-0.637	-0.375	0.862
$\delta_A^r = \delta_B^r = -\delta_B^f = -\delta_A^f$		$\delta_A^r = \delta_B^r$	$\delta_B^f = \delta_A^f$	$\delta_A^r = \delta_B^r = -\delta_B^f = -\delta_A^f$	$\delta_A^r = \delta_B^r$	$\delta_B^f = \delta_A^f$
1	0.008	0.256	0.240	0.022	0.268	0.225
2	0.012	0.215	0.192	0.032	0.231	0.169
3	0.018	0.202	0.172	0.040	0.221	0.143

表-2

(単位:  $PS_0$ )

$\kappa$	$\phi = 2\alpha = 0.5 (\mu_1 = 0)$			$\phi = 2\alpha = 0.7 (\mu_1 = 0)$		
	円弧	クロノイド		円弧	クロノイド	
	$-C_A^r = C_B^r$	$-C_A^f$	$C_B^f$	$-C_A^r = C_B^r$	$-C_A^r$	$C_B^r$
1	0.1269	0.1262	0.1269	0.1287	0.1279	0.1288
2	0.1275	0.1268	0.1277	0.1298	0.1290	0.1300
3	0.1281	0.1273	0.1283	0.1308	0.1299	0.1310
4	0.1286	0.1278	0.1289	0.1317	0.1308	0.1318
	円弧	クロノイド		円弧	クロノイド	
	$C_A^r = C_B^f$	$C_A^f$	$C_B^f$	$C_A^r = C_B^f$	$C_A^f$	$C_B^f$
1	0.0003	-0.0077	0.0084	0.0009	-0.0073	0.0091
2	0.0005	-0.0063	0.0073	0.0013	-0.0057	0.0083
3	0.0006	-0.0057	0.0070	0.0016	-0.0050	0.0083
4	0.0008	-0.0054	0.0070	0.0020	-0.0045	0.0085

ゆえ、ねじりモーメントについて上記のごとき近似を行なうことは危険といわねばならず、つぎの荷重項の比較からもこのことは裏付けられる。すなわち表-2は、部材中間点に集中荷重Pが作用する場合の立体たわみ角式の荷重項を示したもので、 $C_{AB}^r, C_{BA}^r$ については円弧、クロノイド部材間の差異が±1%程度であるのに対し、 $C_{AB}^f, C_{BA}^f$ ではきわめて大きな差異が認められる。以上の結果より、クロノイド部材が非対称形状であることが、ねじりに対してきわめて不安定な要因となっており、ねじりに関しては円弧部材の理論で代用しえないことが確認される。

さて、荷重項  $C^r, C^f, C^s$  は周知のごとく両端固定ばりの固定端モーメントである。これら荷重項の算定結果をもとに、クロノイド形状および断面性状が両端固定クロノイドばりの端モーメントにおよぼす影響について、以下2, 3の考察を加えてみる。

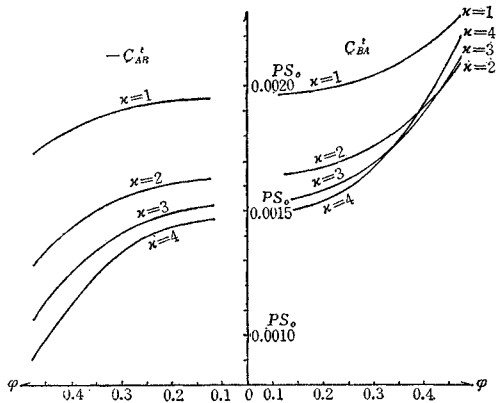
(i) 曲率の影響

r軸に関する固定端曲げモーメント  $C_{AB}^r, C_{BA}^r$  は部材の曲率の影響をほとんど受せず、曲線長スパンとする換算直線材の固定端モーメントに対する増加分は高々3%である。しかし固定端ねじりモーメントについては、曲率の増加とともに  $C_{AB}^f$  は急減少、 $C_{BA}^f$  は急増加という非対称特性をもつ(図-3参照)。

(ii)  $\kappa = EI_s/GJ$  の影響

$\kappa$  の増加とともにr軸に関する固定端曲げモーメント  $C_{AB}^r, C_{BA}^r$  はいずれも増加する傾向にあるが、その割合は無視できる。しかし固定端ねじりモーメントについては、図-3に示すごとく  $C_{AB}^f$  は  $\kappa$  の増加につれて急激に減少するが、 $C_{BA}^f$  は曲率小なる範囲

図-3 集中荷重  $P$  に対する最大固定端ねじりモーメント

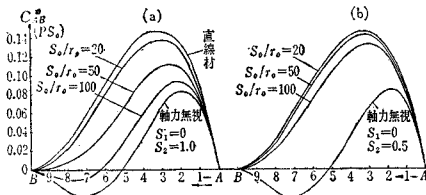


( $\varphi < 0.3$ ) では  $\kappa$  が大なるほど減少し、それ以上の曲率では急増する。

(iii) せん断力の影響

前に述べたごとく、クロノイド部材に対するせん断力の影響は無次元量  $\mu_1, \mu_2$  によって導入される。軸面に垂直な荷重を受ける場合、固定端の最大曲げおよび最大ねじりモーメントにおよぼす  $\mu_1$  の効果は小さく、特に集中荷重が部材の中央点付近に作用する場合や満載等分布荷重が作用する場合には、せん断力の影響をまったく受けない。他方、軸面内荷重に対するせん断力の影響は部材の曲率とともに増加するが、本研究で取り扱った  $S_0/r_0 = 20 \sim 100$  程度の部材では、ただだか 5% 増までである。

図-4



(iv) 軸力の影響

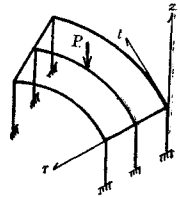
クロノイドのごとき伸縮部材では、軸力が軸面内曲げに少なからぬ影響をおよぼし、その効果は部材が細長い場合に特に顕著である。図-4 は、軸面内法線方向集中荷重  $P=1$  が A 端から B 端に移動する場合の、固定端曲げモーメント  $C_{AB}^M$  の変化を、 $S_0/r_0 = 20, 50, 100$  の部材について示したものである。せん断力の影響とは逆に、荷重が中央点付近に作用する場合には、軸力の影響は最も大きく現われており、 $S_0/r_0 = 50$  を規準にとれば、 $S_0/r_0 = 20, 100$  のとき  $S_1=0, S_2=0.5$  の部材ではそれぞれ +5% および -13%、また  $S_1=0, S_2=1.0$  の部材ではそれぞれ +62% および -56% の変動がある。また部材の曲率が小なる場合(図-4 (b))のほうが、大なる場合(図-4 (a))よりはるかに軸力無視による誤差が大きいことが認められる。

4. 連続桁および立体ラーメンの解法

クロノイド部材をもつ連続桁に、軸面に垂直な荷重が作用する場合、各支点がいずれも完全なねじり拘束 ( $\theta' = 0$ ) をもつものとするれば、解法骨子は連続直線桁の場合とまったく同様である。すなわち単に  $r$  軸に関する節点方程式を求めたうえで、これを連立に解けば容易に所要の端モーメントを算定しうる。

また図-5のごとき立体ラーメンでは、構造物の各節点における  $r, t$  および  $z$  軸に関する 3 個の回転角と 3 個の変位の都合 6 個の未知数に対応して、3 軸に関する 3 つの節点方程式と軸方向の 3 つのせん断力のつりあい式とがえられ、構造物全体の節点数を  $n$  個とすれば、結局  $6n$  個の未知変形成分に関する  $6n$  元 1 次の連立方程式がえられる。これを解いて結果を式 (1)、(2) に代入すれば、所要の材端モーメントがただちに決定される。

図-5



5. 結 語

クロノイド曲線の任意区間を部材長とし、等断面で任意のパラメーター  $A_0$  をもつクロノイド部材に対する、平面ならびに立体たわみ角式を誘導し、本学の電子計算機を使用してたわみ角式の係数および荷重項を数表ならびに図表化し、実用に供しうることとした。紙面の都合上本文にはその一部しか掲げなかったが、これらの完備した係数表および荷重項表を使用すれば、上記クロノイド部材をもつ連続格子桁や立体ラーメンなどに対して所要の連立方程式をきわめて機械的に求めることができ、厳密解を容易に算定しうることとなる。

つぎに本研究の結果明らかにされたクロノイド部材の物理的特性に基づいて、かかる部材をもつ立体構造物の解析に際して考慮すべき事項を要約すればつぎのごとくである。

まずクロノイド部材では円弧部材よりも軸力に対する影響が大であり、これを無視できないこと、さらにはほぼ曲率の等しい円弧部材と比較しても、形状上の非対称性から断面諸力にかなりの差異が見られ、特にねじりモーメントの相違は著しく、クロノイド部材を円弧部材で近似して設計する簡便法は、ねじりに対して脆弱な構造物やねじり挙動の大なる構造物の設計計算には危険をとまなうこと、しかしねじりを無視する略算法では、曲率大なる部材に対して円弧部材で、曲率小なる部材に対して直線材で近似しうることなどがあげられる。

参 考 文 献

- 1) 山崎・太田：クロノイド部材の軸面内荷重に対するたわみ角式，九州大学工学集報，第 38 巻，第 2 号，昭和 40 年 6 月
- 2) 日本道路協会：クロノイド・ポケットブック，昭和 36 年 10 月 1 日発行，丸善
- 3) 山崎・太田：円弧部材をもつラーメンの立体解析，土木学会論文集第 107 号，昭和 39 年 7 月

(1966.3.31・受付 1967.3.6・再受付)

土木学会論文集編集委員

- |       |        |       |       |    |        |    |        |
|-------|--------|-------|-------|----|--------|----|--------|
| 委員長   | 村上永一   | 副委員長  | ○都 淳一 | 委員 | 鈴木慶一   | 委員 | 西野文雄   |
| 委員    | 青木康夫   | 委員    | 工藤尚一  | 委員 | 田中山淳七郎 | 委員 | ○西山俊啓  |
| 委員    | 板倉政忠   | 委員    | 園広藤和  | 委員 | 塚山隆一   | 委員 | 沼田山田   |
| 委員    | ○池岩井康彦 | 委員    | 小是枝一  | 委員 | 椿東一郎   | 委員 | 長谷川健一  |
| 委員    | 岩橋洋二   | 委員    | 佐々木道夫 | 委員 | 戸田嘉明   | 委員 | 伯野元彦   |
| 委員    | 宇都一馬   | 委員    | 沢口昌利  | 委員 | 逸山井靖   | 委員 | 服部田昌太郎 |
| 委員    | 尾仲芳夫   | 委員    | 桜井健彰  | 委員 | 永倉正一   | 委員 | 森本時夫   |
| 委員    | 尾上喜久司  | 委員    | 白石成祐  | 委員 | 南村英夫   | 委員 | 持山口竜一郎 |
| 委員    | 川崎徳郎   | 委員    | ○嶋清   | 委員 | 中野     | 委員 | 山内利彦   |
| 委員兼幹事 | 西脇威夫   | ○印部会長 |       |    |        |    |        |

昭和42年6月15日印刷  
 昭和42年6月20日発行  
 土木学会論文集 第142号 定価 200円(〒20円)  
 編集兼発行者 東京都新宿区四谷一丁目 社団法人 土木学会 羽田 巖  
 印刷者 東京都港区赤坂1-3-6 株式会社 技報堂 大沼正吉

---

発行所 社団法人 土木学会 振替東京 16828 番  
 東京都新宿郵便局区内 新宿区四谷一丁目 電話(361)代表 5138 番

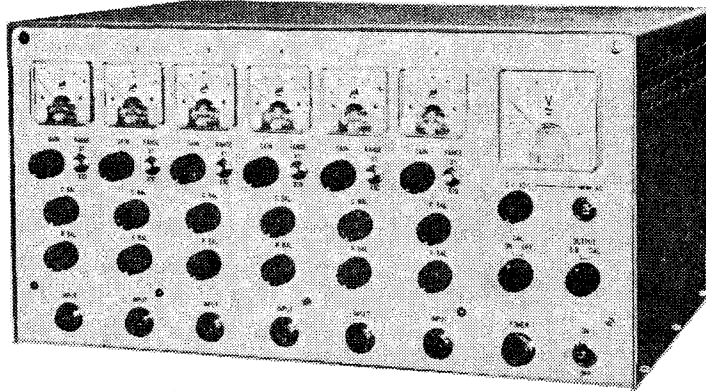
土木学会出版案内

編著者名	図書名	判型	ページ数	定価	備考
土木学会	コンクリート標準示方書	B 6	438	1 000	新刊
同	コンクリート標準示方書解説	A 5			近刊
同	プレストレストコンクリート設計 施工指針	B 6	124	350	
同	人工軽量骨材コンクリート設計施工 指針(案)	B 6	53	300	
同	プレバックドコンクリート施工指 針(案)	B 6	38	220	
同	鉄筋コンクリート工場製品設計施工 指針(案)	B 6			近刊
吉田徳次郎	コンクリート・ライブラリー ■第1号 コンクリートの話 —吉田徳次郎先生御遺稿より—	B 5	48	200	
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第2号 第1回異形鉄筋シンポジウム	B 5	98	450	10編を収録
同	コンクリート・ライブラリー ■第3号 異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリ ート構造物の設計例	B 5	42	380	付図5枚付
国分・三村 上野・細谷	コンクリート・ライブラリー ■第4号 ペーストによるフライアッシュの 使用に関する研究	B 5	22		吉田賞受賞・品切
和仁・川口・菅 原・野口・羽田野	コンクリート・ライブラリー ■第5号 小丸川 PC 鉄道橋の架替え工事ならびに、 これに関連して行なった実験研究の報告	B 5	38	200	吉田賞受賞
川口輝夫	コンクリート・ライブラリー ■第6号 鉄道橋としてのプレストレストコンク リート桁の設計方法に関する研究	B 5	62	250	
村田二郎	コンクリート・ライブラリー ■第7号 コンクリートの水密性の研究	B 5	36	120	吉田賞受賞
山崎寛司	コンクリート・ライブラリー ■第8号 鋳物質微粉末がコンクリートのウォカビリ チーおよび強度におよぼす効果に関する基 礎研究	B 5	56		吉田賞受賞・品切
石田一郎	コンクリート・ライブラリー ■第9号 添えばりを用いるアンダーピンニ ング工法の研究	B 5	18	120	吉田賞受賞
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第10号 構造用軽量骨材シンポジウム	B 5	96	500	13編を収録
樋口芳朗	コンクリート・ライブラリー ■第11号 微細な空げきてん充のためのセメント 注入における混和材料に関する研究	B 5	28	120	吉田賞受賞
岩間滋	コンクリート・ライブラリー ■第12号 コンクリート舗装の構造設計に関 する実験的研究	B 5	32	120	吉田賞受賞
運輸省港研編	コンクリート・ライブラリー ■第13号 プレバックドコンクリート施工例 集	B 5	330		絶版
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第14号 第2回異形鉄筋シンポジウム	B 5	240	1 100	19編を収録

土木学会論文集在庫一覧

編著者名	論文名	判型	ページ数	定価	備考
猪股俊司	論文集 17 号 プレストレストコンクリート桁に関する研究	B 5	90	250	
高野俊介	論文集 26 号 打込み温度がマッサコンクリートの強度におよぼす影響の研究	B 5	56	180	
仁杉巖	論文集 27 号 支間 30 m のプレストレストコンクリート鉄道橋(信楽線第一大戸川橋梁)の設計, 施工およびこれに関連して行った実験研究の報告	B 5	56	160	
伊丹康夫	論文集 37 号 ブルドーザによる土工の設計に関する研究	B 5	50	120	
猪股俊司	論文集 48 号 プレストレストコンクリートスラブ式 2 ヒンジラーメン橋の設計法に関する研究	B 5	68	200	
岩佐義朗	論文集 59 号(別冊 3-1) 巾の漸変する水路における水流の遷移現象と境界特性との関連に関する理論的研究	B 5	32	150	
奥田秋夫	論文集 61 号(別冊 3-2) コンクリート舗装の施工合理化に関する研究	B 5	54	250	
大久保・西原 相馬	論文集 61 号(別冊 3-1) 発電用河川流量の研究	B 5	32	150	
太田誠一郎	論文集 61 号(別冊 3-3) 骨材の表面積と断面積法による構築混合物の検討とその応用に関する研究	B 5	48	220	
三村・鈴木 上野・細谷	論文集 65 号(別冊 3-2) ロッドミルによる製砂方法に関する研究	B 5	15	80	
永井莊七郎	論文集 65 号(別冊 3-3) 防波堤に働く碎波の圧力に関する研究	B 5	38	160	
国分・河原・太斎	論文集 68 号(別冊 3-2) 各種フライアッシュの共通試験報告	B 5	32	100	
井田至春	論文集 69 号(別冊 3-2) 広巾員開水路の定常流一断面形の影響について一	B 5	18	100	
室田明	論文集 70 号(別冊 1-1) 開水路分水工の研究	B 5	34	200	
嶋・萩原	論文集 71 号(別冊 4-1) On Water-Hammer Pressure due to Periodic Opening and Closure of Valve (英文)	B 5	12	70	
国分ほか 12 名	論文集 71 号(別冊 4-3) フライアッシュ・シンポジウム提出論文集録	B 5	66	230	
森麟	論文集 71 号(別冊 4-4) 舗装後の路床状態の変化についての研究とそれにもとづく CBR 試験法の改善に対する一提案	B 5	16	100	
島田静雄	論文集 72 号(別冊 3-1) 弾性針金の変形と応力	B 5	16	100	
山本稔	論文集 72 号(別冊 3-3) 不完全合成 T 型桁橋の曲げ理論とその応用	B 5	24	150	

# 水理実験波高解析にどうぞ!!



(CA-101型 水位計増幅器)

- ☆波高計(抵抗式)と記録器をつなげばOK
- ☆簡単な取扱いで直線性良好
- ☆価格低廉
- ☆豊富な納入実績を持っています

カタログ請求先

## 計測技研株式会社

東京都武蔵野市中町3丁目29番地19号

TEL (0422) (51) 8958

# MARUI

短時間 **厚さ及び構造物の弾性係数が判定** できる

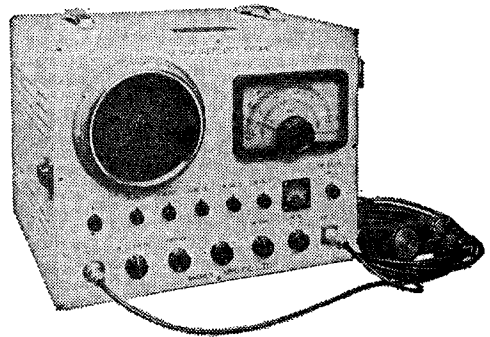
- ① 時間の節約になります (時代に即応)
- ② 正確な判断の参考資料となります
- ③ 無破壊で常に測定出来ます

### 用途

- 型枠取除き判定 (経済助力となる)
- グム・コンクリート等の品質管理
- 道路隧道の厚さ及びボイドの判定
- コンクリートの経年変化・強度の推定等

### 営業品目

セメント・コンクリート・土質・アスファルト  
水理各試験機・無破壊試験器・計量器・各種材料試験機



超音波反射測定器



株式会社

丸井製作所

本社 大阪市城東区蒲生町4-10番地  
電話 大阪 931-3541 番(代表)  
東京出張所 東京都港区西新橋3-9-5(吉田ビル)  
電話 東京 431-7563 番



# より豊かな 未来を設計する！

交通事業・プラント建設事業及びあらゆる産業の土木建築施設の  
計画・調査・測量・設計・施工管理

●土木部門

建設コンサルタント登録/登録年月日 昭和39年12月8日/登録番号 第39-140号

測量業登録/登録年月日 昭和40年11月8日/登録番号 登録第(1)-1467号

●建築部門

一級建築士事務所登録/登録年月日 昭和40年9月25日/東京都知事登録 第5566号

## 東日建設コンサルタント株式会社

本社/東京都千代田区丸の内1-4(新丸ビル)(株式会社日立製作所内) 電話 東京(212)1111(大代表)

建築部門/同上

土木部門/東京都千代田区神田駿河台4の6 電話 東京(255)1011(代表)(旧日立シビルコンサルタント(株))

茨城事務所/茨城県日立市幸町3-1-1 電話 日立(2)1111(大代表)

大阪出張所/大阪市淀川区長柄中通り3の3 電話 大阪(351)6926

名古屋出張所/名古屋市中区栄3-17-12 日立製作所名古屋営業所内 電話 名古屋(251)3111(大代表)